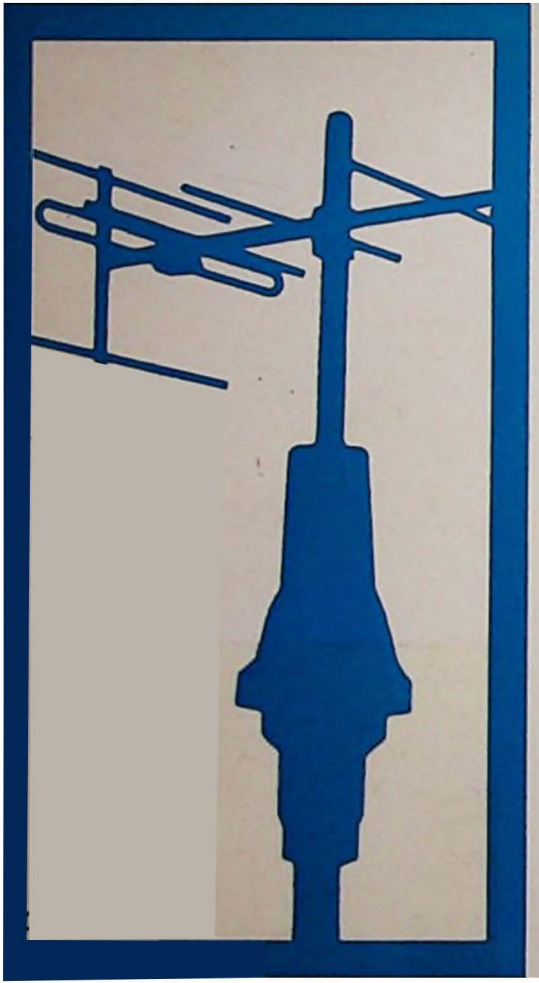


TOPP

Buchreihe Elektronik

50

Conrad H. von Sengbusch

Antennen-Rotoren

TOPP-Reihe »Elektronik« 50

Conrad H. v. Sengbusch

Antennen-Rotoren

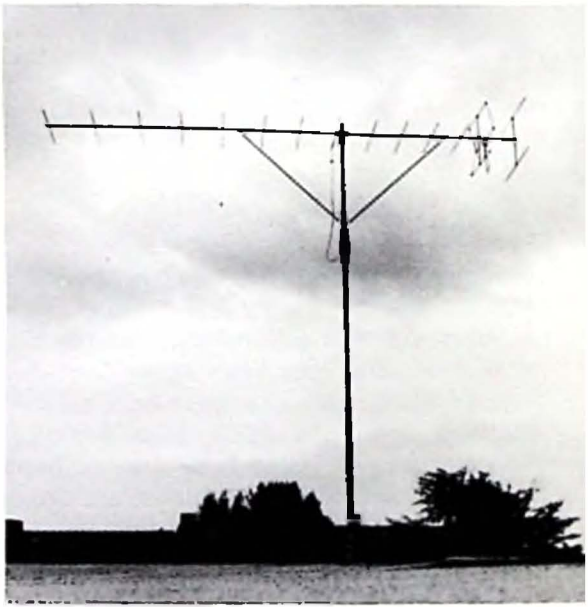
Schaltungen und Bauvorschläge

Verlag Frech Stuttgart-Botnang

© 1970
Verlag und Druckerei M. Frech, Stuttgart-Botnang
Druck: Frech Stuttgart-Botnang

Inhalt

Einleitung 7
Einfacher Antennen-Rotor, 2adriges (Antennen) Steuerkabel 12
Automatische Nachlaufschaltung, 3adrige Steuerleitung 15
Automatische Nachlaufschaltung, 4adrige Steuerleitung 18
Vollautomatische Rotorschaltung mit Transistoren, zwei Betriebsarten, 5adrige Steuerleitung 20
Rotorschaltung mit Instrumenten-Anzeige, 7adrige Steuerleitung 24
Rotorschaltung mit Lampen-Anzeige, 8adrige Steuerleitung 26
Rotorschaltung mit Instrumenten-Anzeige, 8adrige Steuerleitung 28
Nachlaufsteuerung mit Transistoren und Gleichstrommotor 31
Rotorschaltung mit geringem Aufwand, Bauvorschläge 34
Anhang: Mechanik der Antennen-Rotoren 42
Literaturverzeichnis 48



Rotorgesteuerte Lang-Yagi-Antenne für das
2-m-Amateurband der Station DL Ø EN

Einleitung

Für den Empfang von Fernsehprogrammen im VHF- und UHF-Bereich verwendet man heute allgemein Yagi-Antennen. Mit dieser Konstruktion lassen sich höhere Antennengewinne im Vergleich zu einem gestreckten Dipol erreichen. Die Antennengewinne wiederum sind abhängig von der Länge der Antenne und der Anzahl der Antennenelemente. Man baut z. B. je nach Verwendungszweck breitbandige Antennen für den FS-Empfang, schmalbandige Antennen für Funkverkehr in bestimmten Frequenzbereichen und Sonderkonstruktionen, die als Kombinationsantennen verwendet werden. So lassen sich beispielsweise mit 4-, 7- oder 10-Elementantennen Spannungsgewinne von ca. 7, 9 oder 11 dB erreichen.

Mit der Anzahl der Elemente ändern sich auch die Strahlungscharakteristiken der Antennen. In Bild 1 u. 1a erkennt man für horizontale Polarisation die typische Achtercharakteristik eines Dipols. Die Bilder 2 ... 4 zeigen, wie sich diese Charakteristik durch zusätzliche Antennenelemente zu einer Keule verformen läßt. Dabei sind die Direktoren und die Länge der Antenne u. a. Faktoren, die auf den Antennengewinn und den Öffnungswinkel eingehen, die Reflektoren bestimmen im wesentlichen das Vor-Rückwärts-Verhältnis.

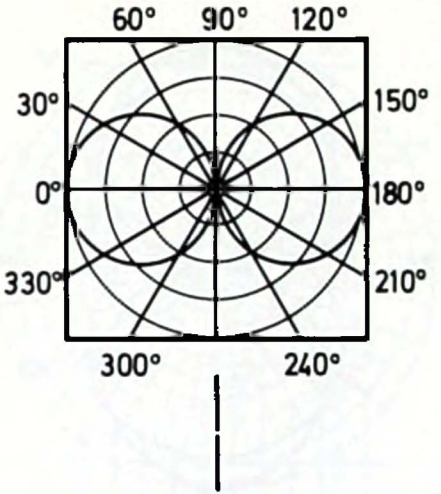


Bild 1 — 4: Vereinfachte Darstellung horizontaler Strahlungsdiagramme von Dipol- und Mehrelementeantennen
Bild 1: Gestreckter Dipol

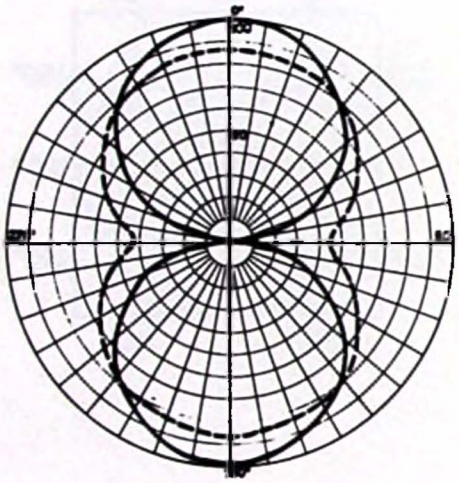


Bild 1 a: Horizontaldiagramme kommerziell gefertigter Dipolantennen (WISI)

HY 01 UKW-Mobilantenne für das 2-m-Amateurband, gestreckter Winkeldipol (45°) – – –

HY 02 λ/2 Faltdipol für das 2-m-Amateurband ——

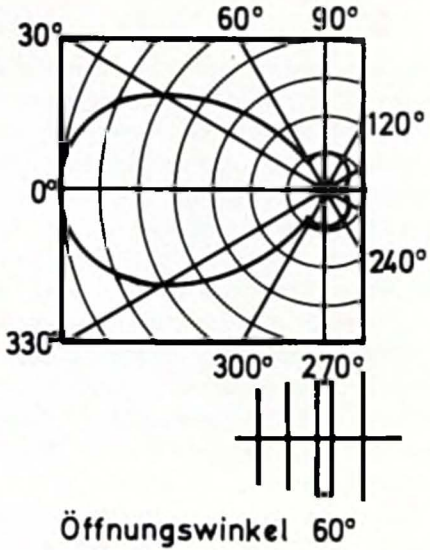


Bild 2: 4-El.-Antenne

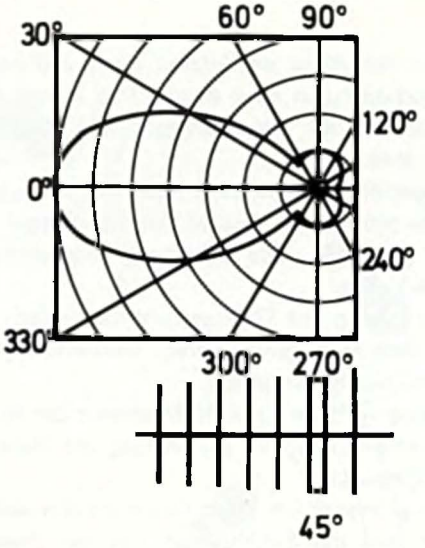


Bild 3: 7-El.-Antenne

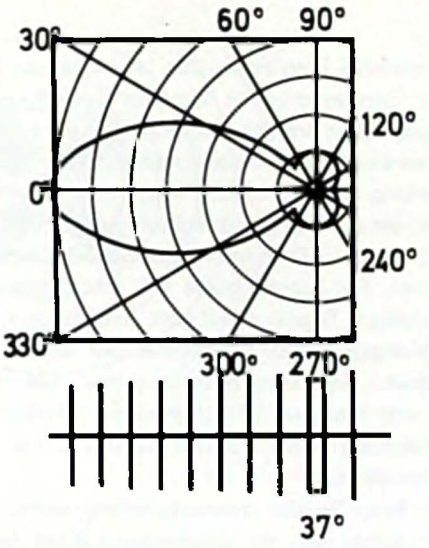


Bild 4: 10-El.-Antenne

An den meisten Empfangsorten ist heute der Empfang mehrerer Sender möglich. Um die Beeinflussung des Empfanges durch andere Stationen auf ein Minimum zu reduzieren und in schlechten Empfangslagen die Antennenspannung zu vergrößern, wählt man Mehrelementantennen, die auf den gewünschten Sender optimal ausgerichtet werden. Diesen Vorgang soll Bild 5 veranschaulichen. Am Empfangsort soll der Sender A, der ein gerichtetes Signal ausstrahlt, empfangen werden. Die Empfangsantenne ist optimal auf diesen Sender ausgerichtet. Bei Verwendung einer Mehrelementantenne mit kleinem Öffnungswinkel wird man den rundstrahlenden Sender B und Sender C nur schlecht empfangen können.
Will man diese Sender dennoch reflexionsfrei empfangen, dann bietet sich die Verwendung eines Antennen-Rotors an. Mit dieser Einrichtung können Antennen auf jeden Sender vom Standort des Empfängers ausgerichtet werden. Das ist von Vorteil bei UKW-Stereoempfang, Reflexionen bei FS-Empfang, KW-Funkverkehr, Ausblendung von Störnebeln usw.

Um den Leser mit der Schaltungstechnik derartiger Rotoren vertraut zu machen, hat der Verfasser aus technischem Schrifttum der letzten Jahre und neuesten Industrieschaltungen eine Anzahl von Schaltungen ausgewählt, die für Entwicklungen auf diesem Gebiet typisch sind.
Die folgenden Kapitel sind nach Art der verwendeten Antriebsmotore und Anzahl der benötigten Steuerleitungen geordnet. Jede Schaltung wird eingehend besprochen.
Zur Abrundung des Themas wird ein einfach aufzubauender Antennen-Rotor unter Verwendung handelsüblicher Teile beschrieben.
Im Anhang wird kurz auf die Mechanik der Rotoren und VDE-Bestimmungen in Verbindung mit Antennenanlagen eingegangen.
Es kann grundsätzlich keine Gewähr dafür übernommen werden, daß die Schaltungen frei von Patentrechten sind. Die Schaltungen sollen nur als Anregung dienen und sind ausschließlich für Amateurzwecke bestimmt.
Die Stücklisten sind nach vorhandenen Unterlagen zusammengestellt, eventuelle „krumme" Werte von Bauelementen finden so ihre Erklärung.
Den Firmen CDE (H. Bauer, R. Schünemann), fuba, ITT, A. Neye, STOLLE und WISI danke ich für die freundliche Überlassung von technischen Unterlagen.

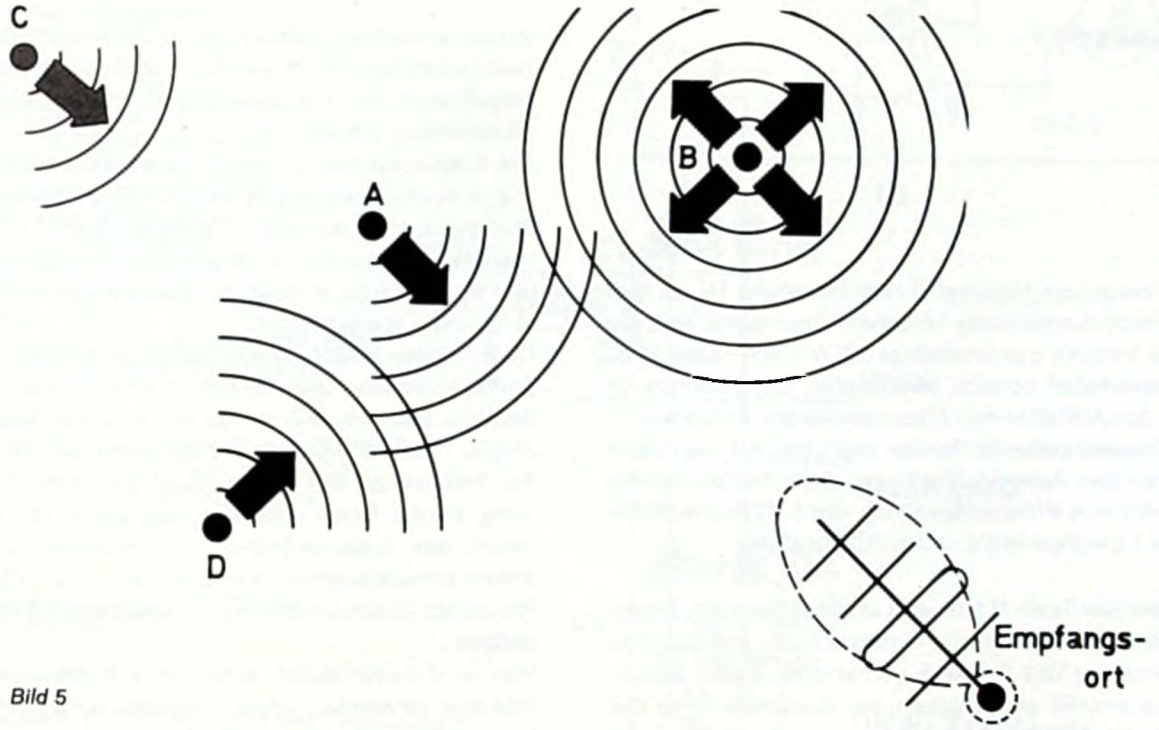


Bild 5

Schaltung 1

Das besondere Merkmal dieser Schaltung [1] ist, daß als Verbindungsleitung zwischen Steuergerät und Rotorteil lediglich das zweiadrige UKW-, VHF- oder UHF-Antennenkabel benutzt wird, wobei die Drosseln Dr 1... 4 das Abfließen der Antennenenergie verhindern.
Die Steuerimpulse für Rechts- und Linkslauf des Rotors werden über Relais A übertragen. Zum Betrieb des Relais wird eine Wechselspannung von 6 V mit Gleichrichter Gl 1 gleichgerichtet und mit C 8 gesiebt.

Drücken der Taste S 1 bewirkt ein Schließen des Relaiskontaktes a, wodurch die Netzspannung von 220 V an die Wicklung des Relais B gelegt wird. Relais B zieht an und bewirkt ein Umlegen des Kontaktes b, so daß der Motor z. B. für Linkslauf anläuft. Rechtslauf wird erreicht durch Öffnen der Taste S 1 und erneutes Betätigen derselben. Relais B ist ein Stromstoßrelais, das nach jedem Stromstoß den Kontakt b umlegt und durch Umschalten des Kondensators C 5 die Umkehr der Drehrichtung ermöglicht.
Die Kondensatoren C 3 und C 4 dienen Entstörzwecken.
Die Antennenspannung wird über den Eingangstransformator L 1, L 2 sowie die Kondensatoren C 1 und C 2 (galvanisch getrennt) in die Steuerleitung eingekoppelt und im Steuergerät über die Kondensatoren C 6 und C 7 wieder ausgekoppelt.
Da bei dieser Schaltung auf Skalen, Anzeigeinstrument, Endlagenschalter usw. verzichtet wird, stimmt man die Antenne beim UKW-Empfang mit Hilfe des Magischen Auges, beim FS-Empfang auf optimales Bild ab.
Ein Problem ist die Auskopplung der Antennenspannung, da der Rotor ohne Anschlag dreht. Um ein Abreißen des Antennenkabels zu verhindern, wird der Antennentransformator am Ende der Hohlachse des Rotors als Drehtransformator entsprechend Bild 7 ausgeführt.
Man wird diesen Rotor vorteilhaft z. B. für Unterdach-Montage verwenden, schon in Hinsicht auf die benötigte Netzspannung und die einfache Ausführung der Antennen-Lagerung.

Stückliste zu Schaltung 1

Kondensatoren

C 1	ker., 50 pF/500 V=
C 2	ker., 50 pF/500 V=
C 3	10 nF/400 V=/250 V~
C 4	10 nF/400 V=/250 V~
C 5	0,33 µF/400 V=/250 V~
C 6	ker., 50 pF/500 V=
C 7	ker., 50 pF/500 V=
C 8	Elko 25 µF/10/12 V

Drosseln, Spulen

Dr 1 ... Dr 4 z. B. Valvo, VK 200 21/4 B

L 1, L 2 je 3 Wdg.; Cu Ag, 1,5 mm Ø

Relais

Relais A z. B. 6 V=/47 Ω 1xA 250 V~/0,8 A

Relais B 220 V~ 1xUm 250 V~/10 A
Stromstoßrelais s. Text
z. B. Rebau Str 07/220

Motor

Siemens-Asynchron-Umkehrläufer

Typ Al 6c2/A 100

Gleichrichter Gl 1 z. B. AEG E 15 C 175

Schalter S 1 Druckknopfschalter, Taste o. dgl.

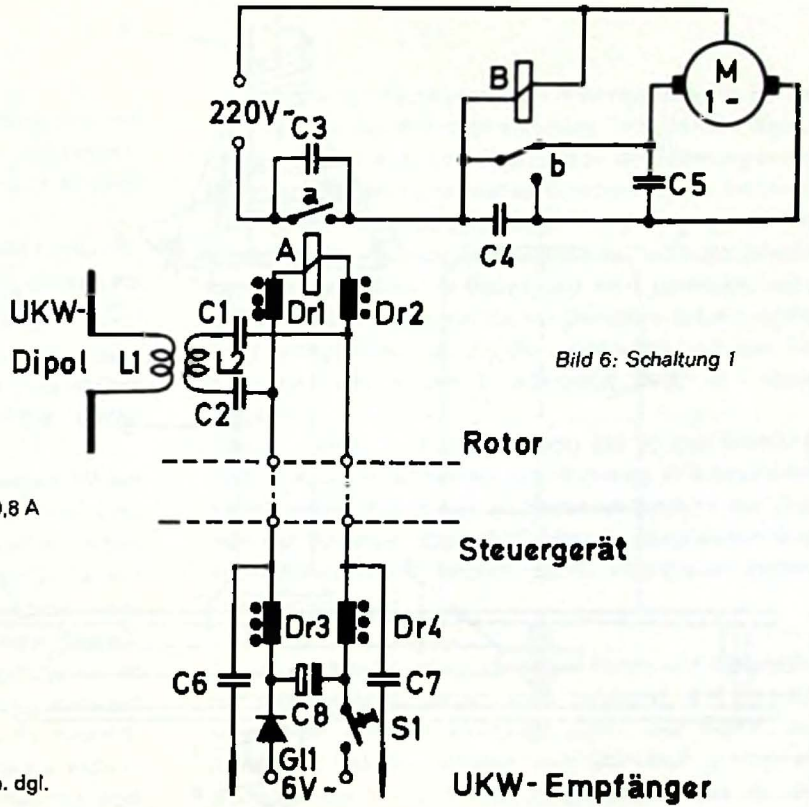


Bild 6: Schaltung 1

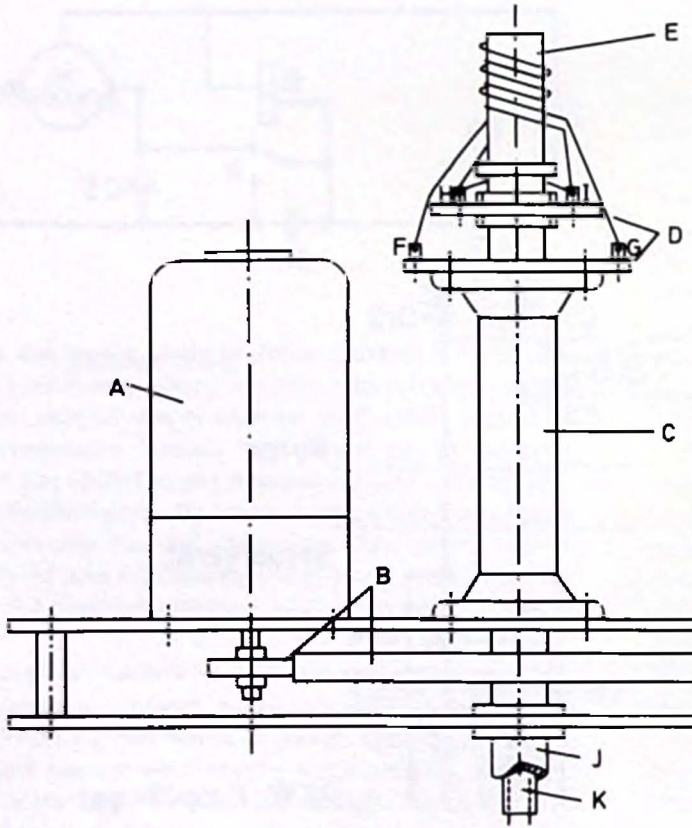


Bild 7: Konstruktion des Rotorantriebes mit Antennen-Drehtransformator

A	*Motor mit Getriebe*
B	*Antriebszahnräder (Untersetzung 1:5)*
C	*Fahrradnabe*
D	*Isolierbrettchen*
E	*Spulenkörper*
F, G	*Lötanschlüsse für Spule L 2*
H, I	*Lötanschlüsse für Spule L1*
J	*Hohlachse (Ms), gleichzeitig Antennenmast*
K	*Bandkabel zur Antenne*
L	*Grundplatte*

Schaltung 2

Die Betrachtung dieser Schaltung läßt erkennen, wie mit geringstem Aufwand an Bauelementen und Steuerleitungen ein Optimum an Bedienungskomfort erreicht werden kann.
Das Steuergerät enthält lediglich den Netztransformator Tr sowie einen Folgeschalter S 1, der einmal als Netzschalter wirkt, zum anderen über Kondensator C 1 die Umschaltung der Drehrichtung der beiden Asynchronmotoren M 1 und M 2 gestattet. Zum Verständnis der Wirkungsweise der Schaltung zunächst einige mechanische Erläuterungen:
Die Motoren M 1 und M 2 werden in gleicher Weise mechanisch untersetzt, so daß sie mit etwa einer Umdrehung pro Minute drehen. Das Kontrollgerät enthält auf dem Gehäuse gemäß Bild 9 eine Kompaßrose, auf der die Richtungen N, O, S und W markiert sind. Über der Kompaßrose angebracht ist eine drehbare Einstellscheibe, die mit dem Folgeschalter S 1 gekoppelt ist und zur Richtungswahl dient. Die Südrichtung markiert die Endlage des Rotorsystems. Im Zentrum der Einstellscheibe ist eine davon unabhängige, drehbare Indikatorscheibe mit Pfeilmarkierung enthalten, die mit dem Motor M 1 gekoppelt ist.

In irgendeiner Ruhelage des Rotorsystems, z. B. der Südlage, ist das Rotorteil stromlos, Schalter S 1 also in gezeichneter Lage. Eine Drehung an der Richtungswahlscheibe bewirkt momentanes Einschalten der Motoren, die nun synchron in gleicher Drehrichtung laufen. Die Drehung der Antenne läßt sich an der Indikatorscheibe des Steuergerätes verfolgen und wird gestoppt, wenn die Indikatorscheibe auf die vorgewählte Antennenrichtung nachgelaufen ist. Zu dem Zeitpunkt wird das Rotorsystem wie in der Süd-Endlage durch S 1 abgeschaltet.
Motor 1 wird mit Kleinspannung (20 V) aus Wicklung W 2, Motor 2 desgleichen aus Wicklung W 3 betrieben. Mechanische Anschläge im Rotor verhindern ein Drehen der Antenne über 360 ° hinaus, desgleichen wird Schnellstopp der Motoren durch eingebaute Motorbremsen erreicht.

Absoluter Synchronlauf zwischen Rotor und Steuergerät wird erreicht, indem man zunächst die Einstellscheibe in extreme Linkslage dreht und wartet, bis Rotor und Indikatorscheibe zum Stillstand gekommen sind. Danach verfährt man in gleicher Weise für extreme Rechtslage der Richtungswahlscheibe.

Schaltung 2

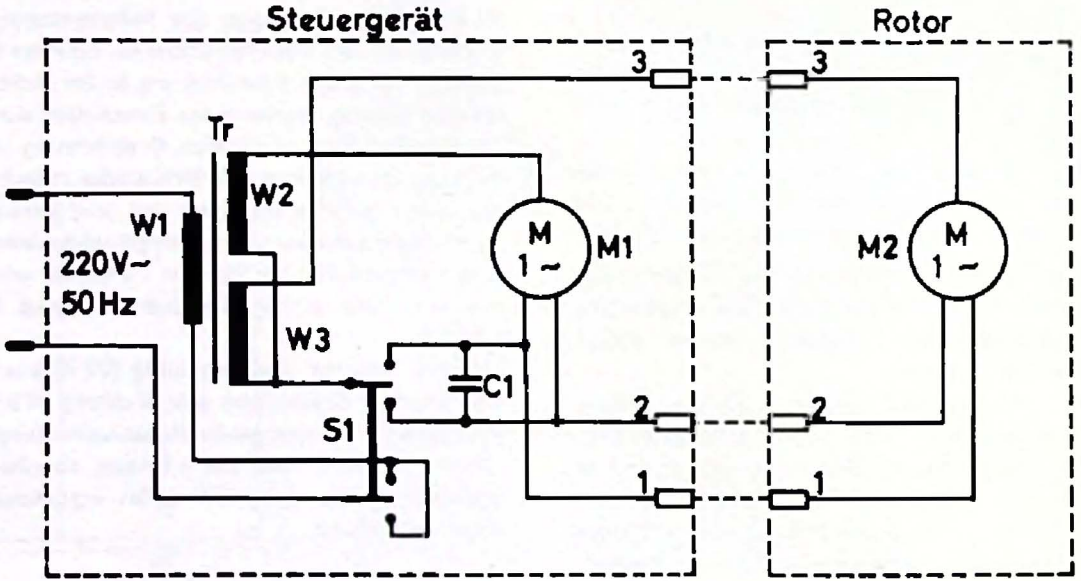


Bild 8: Schaltung 2 nach fuba-Unterlagen Modell ART 100

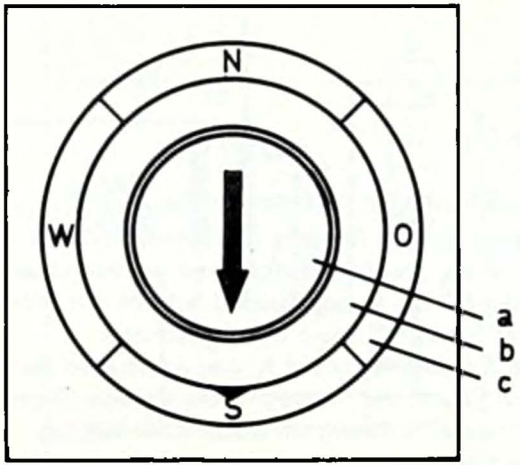


Bild 9

a Indikatorscheibe
b Einstellring
c Kompaßrose

Schaltung 3

Diese Rotor-Schaltung verwendet einen Einphasen-Asynchronmotor der schon bekannten Bauart als Antriebselement, dessen Drehrichtung über Schalter S 2 und in Verbindung mit Kondensator C 1 geändert werden kann. Die Spannung am Rotormotor beträgt 24 V und wird von einem Anzapf der Wicklung W 2 des Netztransformators Tr entnommen.

Zur Übermittlung des Antennenstandes ist zusätzlich eine Verbindungsleitung über Klemme 2 erforderlich. Der Anzeigeteil arbeitet wie folgt: Die Endlage der Antenne ist z. B. mit Richtung Nord festgelegt, wie auch aus Bild 11 des Steuergerätes ersichtlich.

Die gewünschte Antennenrichtung wird durch Drehen des Zeigerknopfes vorgewählt. Gleichzeitig wird dabei Schalter S 3 und S 2 drehrichtungsabhängig geschlossen. Die Anzeigelampe L leuchtet auf und zeigt den Betriebszustand des Rotors an. Mit dem Antriebsmotor über das Getriebe gekoppelt ist die Schaltnocke N. Durch Nocke N wird der Schalter S 4 pro Umdrehung einmal geschlossen und bringt über Drossel Dr das Schrittschaltwerk S zum Ansprechen. Das Schrittschaltwerk ist im Steuergerät mechanisch mit einer durch einen Punkt gekennzeichneten Indikatorscheibe verbunden. An dieser Scheibe läßt sich der Lauf der Antenne verfolgen. Stimmt am Steuergerät die vorgewählte und die Richtung der Indikatorscheibe überein, so ist der gleiche Schaltzustand wie in Richtung Nord gegeben: Die Anzeigelampe L erlischt, die Anlage wird über Schalter S 3 und S 2 abgeschaltet.

Die Synchronisation, d. h. das Abschalten der Anlage nach Einlauf der Antenne in die extreme Rechts- oder Linkslage, ist extern am Steuergerät möglich.

Der Kondensator C 2 und Drossel Dr sind zur Entstörung des Nockenschalters vorgesehen.

Mit dem Thermoschalter S 1, der in die Primärwicklung des Netztransformators eingebaut ist, wird der Rotor bei Überlast abgeschaltet.

Der Antriebsmotor kann über eine eingebaute Motorbremse augenblicklich gestoppt werden.

Bedingt durch das Schaltungsprinzip läßt sich eine Auflösung von ca. 6 ° erreichen.

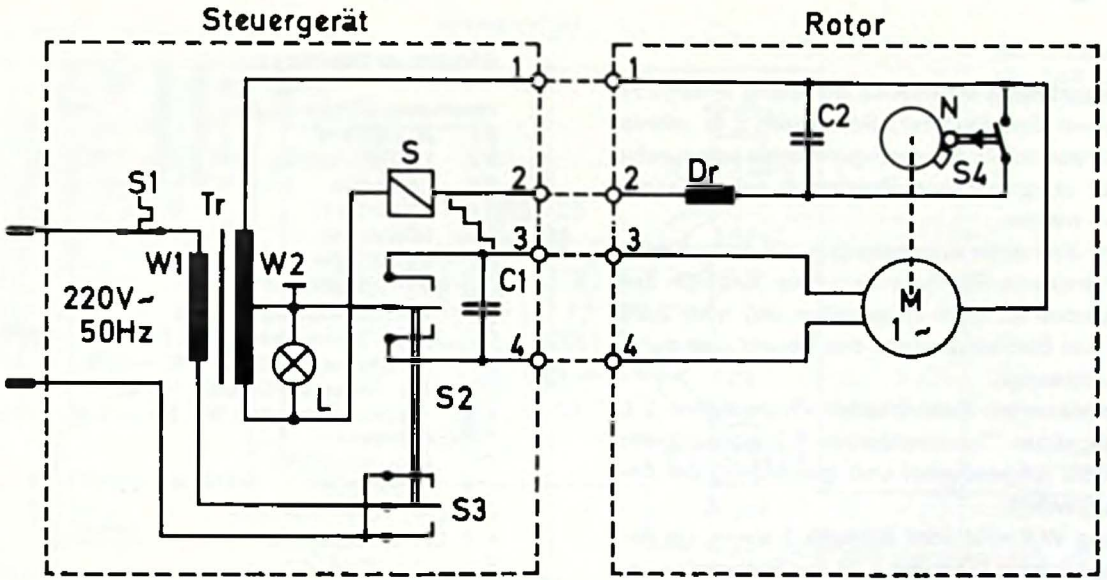


Bild 10: Schaltung 3 nach CDE-Unterlagen Modell AR 10

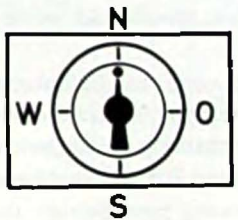


Bild 11

Schaltung 4

Diese vollautomatisch arbeitende Schaltung ermöglicht wahlweise zwei Betriebsarten: So können z. B. mittels eines Richtungswählers Antennenpositionen vorgewählt oder bereits programmierte Positionen mit 5 Tasten „abgerufen" werden.
Die Antenne läuft dann automatisch in die vorgewählte oder programmierte Richtung ein. Eine Anzeige des Antennenstandes ist nicht vorgesehen und auch nicht notwendig. Der Betriebszustand des Rotors wird durch Lampe L 2 angezeigt.
Mit dem kombinierten Betriebsarten-Wippschalter S 1, S 2 wird der über Thermoschalter S 3 abgesicherte Netzstromkreis eingeschaltet und gleichzeitig die Betriebsart vorgewählt.
Aus Wicklung W 2 wird über Klemme 3 sowie die Relaiskontakte a oder b (Klemme 4, 5) der Rotormotor gespeist, wobei jeweils nur eines der Relais A oder B anspricht.
Gleichzeitig wird die Spannung aus der mittenangezapften Wicklung W 2 über die Gleichrichter Gl 1, Gl 2 in Vollwegschaltung gleichgerichtet, so daß hinter dem Siebwiderstand R 3 an Kondensator C 1 eine geglättete Gleichspannung zum Betrieb des Transistors T 1 zur Verfügung steht.

Stückliste zu Schaltung 4

Widerstände, Potentiometer
R 1 33 kΩ/0,5 W
R 2 1 kΩ/1%/1,0 W
R 3 1 kΩ/0,5 W
R 4 3,3 kΩ/0,5 W
R 5 68 kΩ/0,5 W
R 6 5,6 kΩ/0,5 W
R 7, R 8 3,3 kΩ/0,5 W
P 1 Trimmpotentiometer 100 Ω
P 2 ... P 6 Trimmpotentiometer 1 kΩ/— 0; +20%
P 7 Potentiometer 1020 Ω/+20; —15 Ω
P 8, P 9 Trimmpotentiometer 100 kΩ
P 10 Potentiometer 1020 Ω/+20; —15 Ω
Kondensatoren
C 1 Elko 250 µF/25 V
C 2 10 nF/250 V
C 3, C 4 Elko 25 µF/25 V
C 5, C 6 10 nF/250 V
C 7, C 8 25 µF/25 V
C 9 Elko 120 ... 140 µF/50 V~ bipolar
Transistoren, Dioden
T 1, T 2, T 3 2N 3393
Gl 1 ... Gl 4 SE 2
Sonstiges
Tr Transformator 110 V/2x12 V
S 1, S 2 Wippschalter
S 3 Thermoschalter
S 4 ... S 8 Tastenschalter

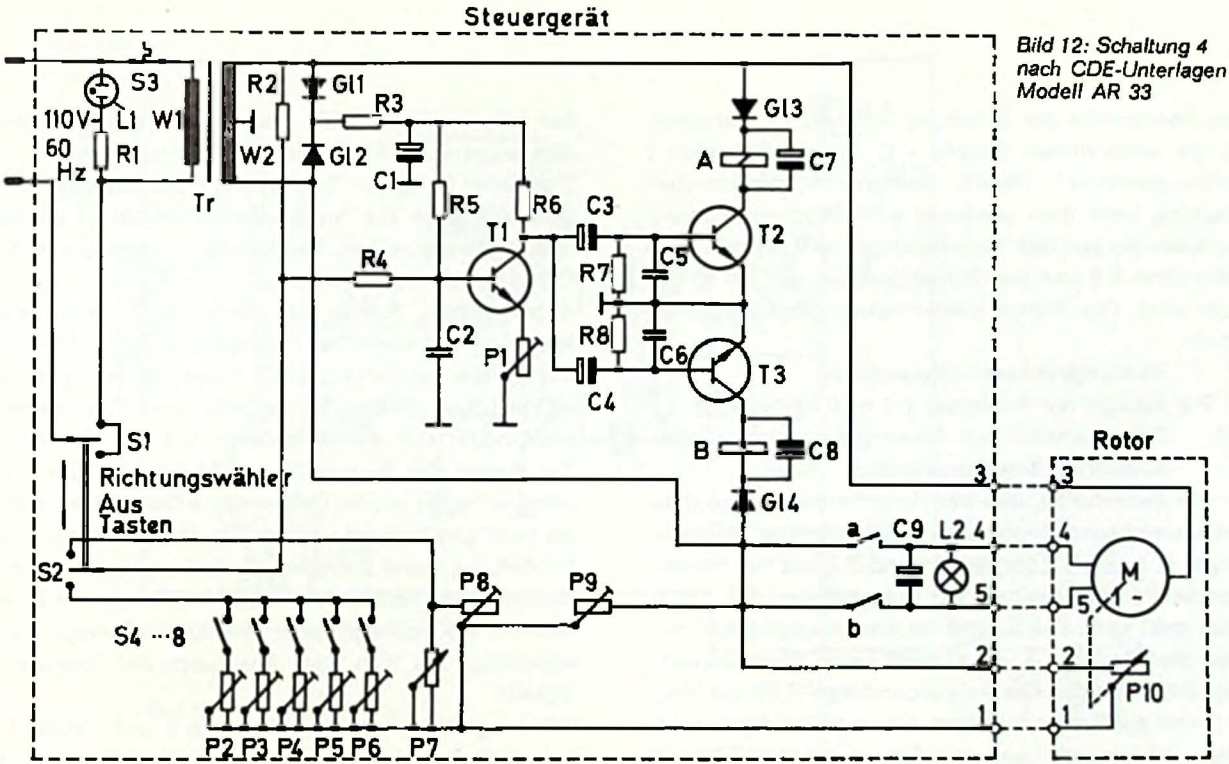


Bild 12: Schaltung 4 nach CDE-Unterlagen Modell AR 33

Zum Verständnis der Schaltung soll Bild 13 beitragen, das die wesentlichen Details z. B. für die Betriebsart „Richtungswähler" enthält. Aus der umgezeichneten Schaltung kann man unschwer eine Brückenschaltung erkennen, die aus den Teilwicklungen W 2 I und II, dem Widerstand R 2 und den Potentiometern P 7 ... P 10 gebildet wird. Die Potentiometer haben folgende Funktionen:

P 7 Richtungsvorwahl (Steuergerät)
P 8, P 9 Justage der Endlagen, L 2 muß verlöschen
P 10 Potentiometer zur Übermittlung des augenblicklichen Antennenstandes

Für den Betriebsfall, daß der Rotor in die vorgewählte Antennenrichtung eingelaufen ist, werden die Teilspannungen U 1 und U 2 am Widerstand R 2 und der Hintereinander-Parallelschaltung der Potentiometer P 7 ... P 10 gleich groß sein. Die Brücke ist also abgeglichen, zwischen den Punkten A und B steht keine Wechselspannung. Bei Betätigen des Potentiometers P 7 für die Vorwahl wird die Brücke aus dem Gleichgewicht gebracht, wobei sich je nach Lage des Potentiometers P 7 eine Wechselspannung aus Wicklung W 2 I oder II zwischen den Punkten A und B einstellen wird.

Auf diese Weise läßt sich eine phasenabhängige Steuerspannung für Transistor T 1 gewinnen.

Transistor T 1 ist am Emitter über Potentiometer P 1, mit dem sich auch die Ansprechempfindlichkeit einstellen läßt, gegengekoppelt. Die Kondensatoren C 2, C 5 und C 6 verhindern HF-Schwingen.

Angenommen, daß an der Basis von T 1 eine Steuerspannung mit negativer Halbwelle aus Wicklung W 2 I steht, dann wird am Kollektor diese Spannung verstärkt mit positiver Halbwelle ausgekoppelt. Die Halbwelle steht hinter den Kondensatoren C 3 und C 4 auch an den Basen der Transistoren T 2 und T 3. Diese Transistoren haben keinen definierten Arbeitspunkt, solange sie nicht angesteuert werden. Da es sich um npn-Typen handelt, wird eine positive Halbwelle einen Strom in der Basis-Emitter-Strecke verursachen. An den Widerständen R 7, R 8 entsteht dabei eine impulsförmige Gleichspannung, die sich zum Ansteuern der Transistoren eignet.

Wicklung W 2 I ist über Diode Gl 3 und Relais A mit dem Kollektor von T 2 verbunden. Da das Ende dieser Wicklung — entsprechend der Polarität der Steuerspannung — negatives Potential gegen Masse führt,

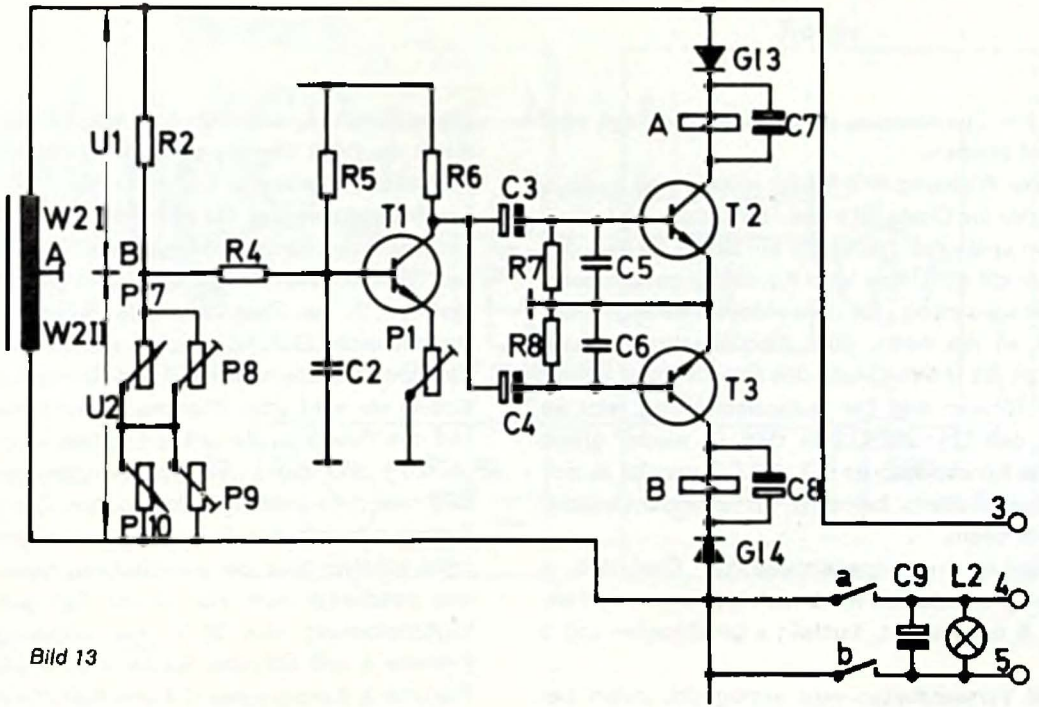

GI3
A
C7
U1
R2
R5
R6
C3
T1
T2
W21
A
B
R4
P7
R7
C5
W211
P1
R8
C6
P8
C2
U2
T3
C4
B
C8
3
P10
P9
GI4
a
C9
L2
4
b
5

Bild 13

zudem Gl 3 in Sperrichtung zu dieser Phase liegt, wird T 2 gesperrt bleiben.
Am Ende der Wicklung W 2 II liegt jedoch eine positive Halbwelle, für die Diode Gl 4 des Transistors T 3 leitend ist. So kann in diesem Transistor ein Strom fließen, das Relais B spricht an. Dabei wird Kontakt b geschlossen, die Betriebsspannung für den Motor gelangt über Klemme 5 an die Feld-, über Kondensator C 9 und Klemme 4 an die Hilfswicklung des Rotormotors. Potentiometer P 10 wird sich bei laufendem Motor jetzt so einstellen, daß U 1 und U 2 in Bild 13 wieder gleich werden. Die Kondensatoren C 7 und C 8 paralliel zu den Relais sollen Flattern bei dem vorliegenden Impulsbetrieb verhindern.
Die Betriebsart in entgegengesetzter Drehrichtung funktioniert grundsätzlich wie beschrieben, nur wird dabei Relais A ansprechen, Kontakt a geschlossen und b geöffnet.
Betrieb mit Vorwahltasten wird ermöglicht, indem der Richtungswähler durch die Trimmpotentiometer P 2 ... P 6 ersetzt wird.

Schaltung 5

Diese Schaltung unterscheidet sich von den bisherigen durch die Wahl der Anzeige des Antennenstandes und zusätzliche elektrische Endlagen-Abschaltung.
Durch Betätigen des Schalthebels S 1 für Rechts- oder Linkslauf wird Netzspannung an die Primärwicklung W 1 des Transformators Tr gelegt. Gleichzeitig bekommt der Motor z. B. bei Rechtslauf über Klemme 5 und Endlagenschalter S 2 Spannung, die Hilfswicklung über Klemme 6, Kondensator C 2 und Klemme 3. Der Motorstromkreis wird über Klemme 7 geschlossen. Bei Einlauf des Rotors in die rechte Endlage wird Schalter S 2 geöffnet und damit die Spannungszuführung zu der Feld- und Hilfswicklung unterbrochen. Der Motor stoppt. Erneuter Anlauf des Rotors ist nur möglich, wenn der Hebelschalter über die Aus-Stellung hinweg auf Linkslauf geschaltet wird. Für diesen Fall gelangt die Betriebsspannung von 26 V aus Wicklung W 2 über Klemme 4 und Schalter S 3 an die Feldwicklung, über Klemme 3, Kondensator C 2 und Klemme 6 an die Hilfswicklung des Motors.
Für den Anzeigeteil wird die Betriebsspannung mit

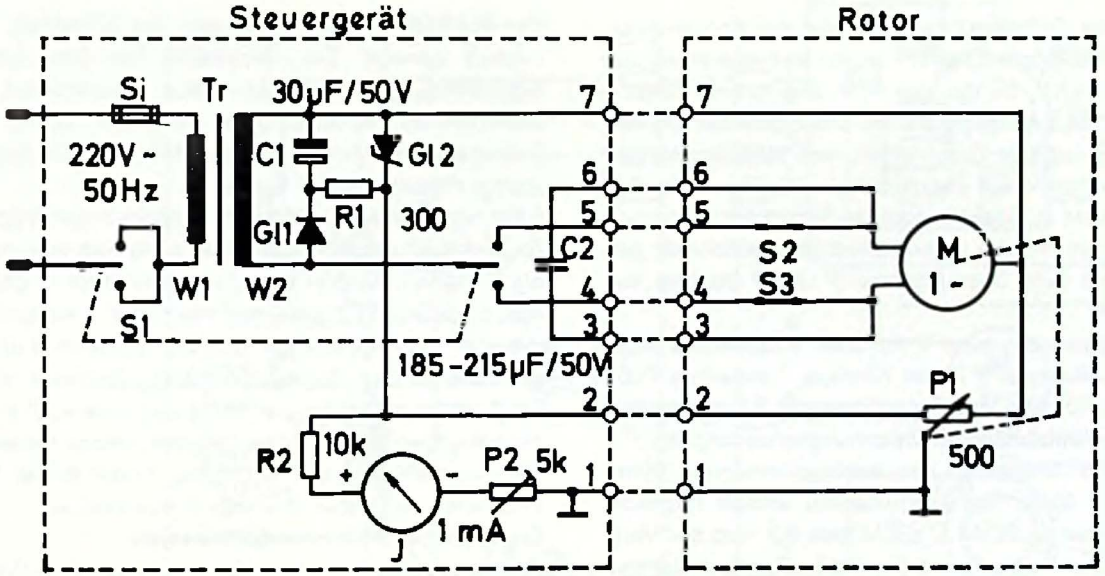


Bild 14: Schaltung 5
nach CDE-Unterlagen
Modell TR 44

Schaltung 6

Gleichrichter Gl 1 gleichgerichtet und mit Kondensator C 1 geglättet. Widerstand R 1 ist ein Vorwiderstand zur Zenerdiode Gl 2, an der ca. 14 V stabilisierte Gleichspannung zur Verfügung stehen. Die Stabilisierung der Gleichspannung hat den Vorteil, daß Netzspannungsänderungen nicht auf die Anzeige eingehen. Die Anzeige arbeitet in Spannungsteiler-Schaltung; Potentiometer P 1 ist mit der Antennenachse mechanisch gekoppelt und liegt über Klemme 2 und 7 parallel zur Zenerdiode.

Das Anzeigeninstrument J ist über Widerstand R 2, Trimmpotentiometer P 2 und Klemme 1 zwischen Fußpunkt und Schleifer des Potentiometers P 1 geschaltet. Die drehwinkelabhängige Spannungsänderung an P 1 wird dadurch linear auf das Anzeigeinstrument übertragen. Die Skala des Instrumentes enthält folgende Markierungen: S, W, N, O, S. Mittels P 2 wird der Vollausschlag des Instrumentes justiert (rechte Endlage des Rotors). Bei Überlastung der Anlage spricht ein in die Primärwicklung eingebauter (nicht gezeichneter) Thermoschalter an und unterbricht vorübergehend die Netzspannung.

Für eine volle 360°-Umdrehung des Rotors werden ca. 50 Sek. benötigt.

Der Rotor wird durch Betätigen der Wipptaste S 1 in Betrieb gesetzt. Die Wipptaste hat drei definierte Schaltstellungen: Linkslauf — Aus — Rechtslauf. In der gezeichneten Darstellung ist der Rotor in die rechte Endlage eingelaufen, wobei eine mechanische Getriebesperre diesen Zustand fixiert.

Erneuter Start ist nur durch Betätigen der Wipptaste für Linkslauf möglich.. Dabei wird die Netzspannung an die Primärwicklung W 1 des Transformators Tr gegeben. Aus Wicklung W 2 entnimmt man 24 V Kleinspannung, die über Kondensator C 1 und die Klemmen 5 und 6 an den Stator des Asynchronmotors gegeben werden. Drehrichtungsänderung erreicht man, wie auch aus vorausgehenden Schaltungen bekannt, durch Umschalten des Kondensators C 1 in Leitung 5 oder 6. Der Motorstromkreis wird über Klemme 8 geschlossen.

Der Anzeigeteil funktioniert wie folgt:

Im Moment des Einschaltens von S 1 steht an Wicklung W 3 eine Spannung von 6,3 V zum Betrieb der Anzeigelampen L 1 ... L 5. Zwei Schalterebenen, S 2 und S 3, die mit der um 375° drehbaren Antennenachse gekoppelt sind, werden für die Übermittlung des momentanen Antennenstandes an das Steuergerät benötigt. Bei Linkslauf des Motors überstreicht das Schaltsegment

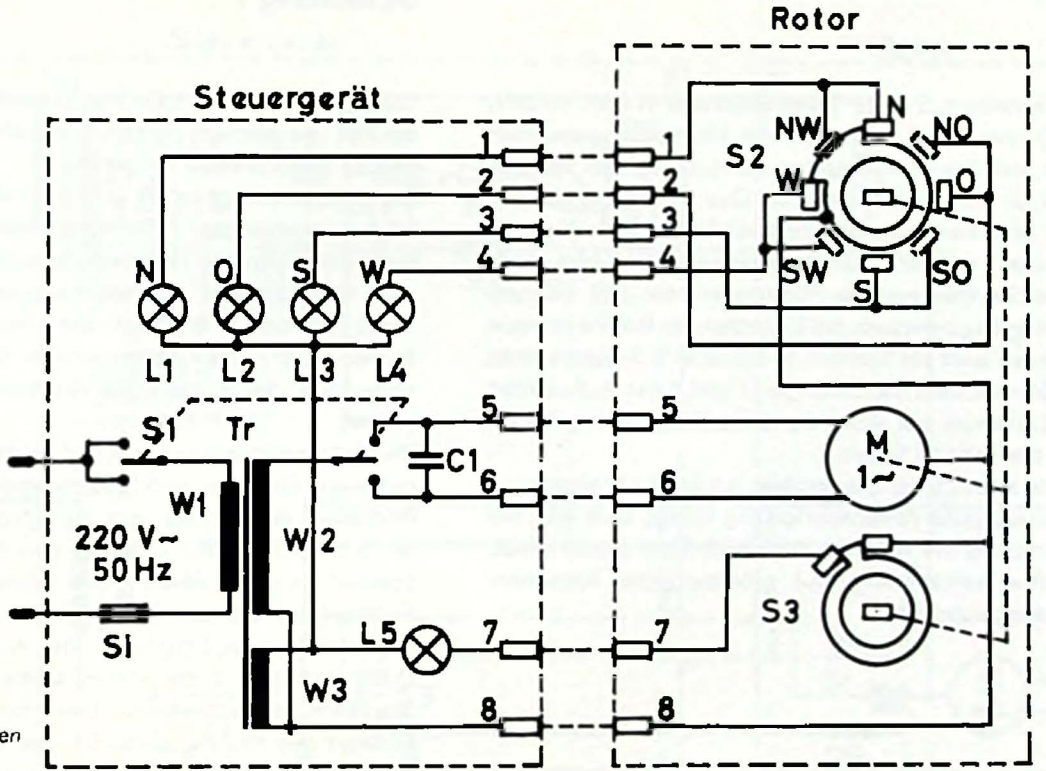


Bild 15:

Schaltung 6
nach CDE-Unterlagen
Modell TR 10

des Schalters S 2 die Doppelkontakte N-NW, W-SW, S-SO und O-NO, was über die Verbindungsleitungen 1 ... 4 und 8 entsprechendes Aufleuchten der Lampen N, W, S und O zur Folge hat. Das Schaltsegment berührt zeitweise auch jeweils zwei benachbarte Doppelkontakte, so daß durch gleichzeitiges Aufleuchten zweier Lampen auch die Richtungen NW, SW, SO und NO angezeigt werden. Bei Einlaufen des Rotors in beide Endlagen wird ein Kontakt im Schalter S 3 geschlossen und bewirkt über die Leitungen 7 und 8 das Aufleuchten der Endlampe L 5. Auch die Links-Endlage des Rotors wird mechanisch fixiert.

Da die Anzeige am Steuergerät nur grobe Schlüsse auf die tatsächliche Antennenrichtung zuläßt, wird man bei FS-Empfang die Antenne nach optimalem Bildeindruck, bei Rundfunkempfang auf größtmögliche Antennenspannung ausrichten.

Schaltung 7

Dieser Rotor ist für hohe mechanische Belastung konstruiert und deshalb zusätzlich mit einer elektromagnetischen Motorbremse versehen.

Die Stromversorgung für Antriebs- und Anzeigeteil erfolgt aus getrennten Netztransformatoren.

Beim Betätigen des Hebelschalters S 2, S 3 für Rechts- oder Linkslauf wird Netzspannung an die Transformatoren Tr 1 und Tr 2 gelegt. Die Gesamtanlage ist mit Sicherung Si 1, das Anzeigeteil über Si 2 und der Motorstromkreis durch den Überstromauslöser S 1 abgesichert.

Der Sekundärwicklung von Tr 2 werden 26 V Betriebsspannung für Motor und Motorbremse entnommen. Bei Rechtslauf des Motors liegt die Spannung über Schalter S 3 und Klemme 5 sowie den rechten Endlagenschalter S 4 direkt an der Feldwicklung, über Klemme 8, Kondensator C 2 und Klemme 4 an der Hilfswicklung des Rotors. Beim Einschalten der Anlage für beliebige Drehrichtung wird die Motorbremse gelüftet und gibt die Welle des Motors frei. Beim Einlauf in die rechte Endlage des Rotors öffnet S 4 und schaltet die Spannungszuführung zum Motor ab. Gestartet werden kann nur wieder durch Betätigen von S 2, S 3 für Linkslauf. In der Aus-Stellung des Hebelschalters spricht die Mo-

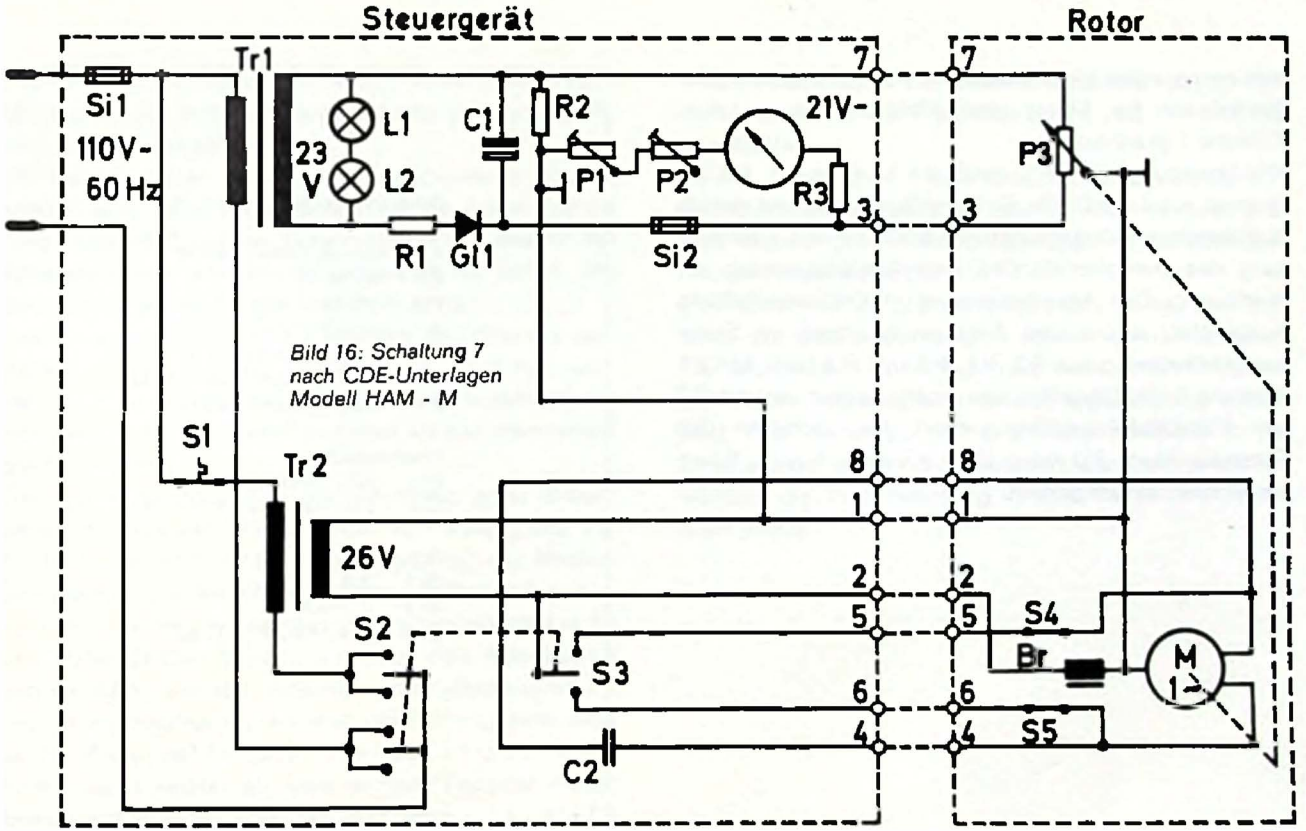


Bild 16: Schaltung 7 nach CDE-Unterlagen Modell HAM - M

torbremse sofort an und blockiert das Rotorsystem. Der Stromkreis für Motor und Motorbremse ist über Klemme 1 geschlossen.

Die Spannung aus Tr 1, durch die Lampen L 1, L 2 angezeigt, wird mit Diode Gl 1 gleichgerichtet und mittels Kondensator C 1 geglättet. So steht für die Übermittlung des Antennenstandes eine Gleichspannung zur Verfügung. Der Anzeigekreis ist in Brückenschaltung ausgeführt, wobei das Anzeigeinstrument im Spannungsteilerzweig aus R 2, P 1, P 2 und R 3 liegt. Mit P 1 wird die 0-(Süd)Anzeige des Instrumentes und mit P 2 der Voll-(Süd)Ausschlag justiert. Der Schleifer des Potentiometers P 3 wird über Klemme 1 zum Spannungsteiler zurückgeführt.

Stückliste zu Schaltung 7

Widerstände, Potentiometer

R 1	4,7 Ω
R 2	20 kΩ
R 3	18 kΩ
P 1	Trimmpotentiometer 5 kΩ
P 2	Trimmpotentiometer 5 kΩ
P 3	Potentiometer 500 Ω

Kondensatoren

C 1	Elko 30 µF/50 V
C 2	Elko 130 µF/50 V bipolar

Sonstiges

Si 1	3 A
Si 2	0,125 A
Gl 1	z. B. AEG E30 C100

Schaltung 8

Bild 17 zeigt die Nachlaufsteuerung eines Gleichstrom-Stellmotors in einer Transistorschaltung nach INTER-METALL-Unterlagen.
Mit Potentiometer P 1, das die Sollspannung vorgibt, kann z. B. in einer Rotor-Schaltung die Antennenrichtung vorgewählt werden. Potentiometer P 2, das mit der Antennenachse mechanisch gekoppelt ist, liefert den Ist-Spannungswert für die Regelschaltung.
Die Transistoren T 1 und T 2 arbeiten als Differenz-Verstärker, in dem Ist- und Sollspannung verglichen werden. Statt des gemeinsamen Emitterwiderstandes ist Transistor T 3 vorgesehen und wird als Konstantstromquelle betrieben.
Der Antriebsmotor ist in die Diagonale einer Brücke gelegt, die aus den Transistoren T 4, T 5 (npn) und T 6, T 7 (pnp) gebildet wird. Für den Fall, daß die Steuer-Spannungen an den Eingängen des Differenz-Verstärkers gleich groß sind, bleiben die Spannungsabfälle an den Widerständen R 3 und R 4 unter dem Schwellwert von ca. 0,6 V, der zum Ansteuern der Transistoren T 4 und T 5 erforderlich ist. Weichen die Eingangspotentiale an den Basen der Transistoren T 1 und T 2 um mehr als 50 mV von einander ab, wird je nach Polarität dieser Spannungsdifferenz einer der Transistoren T 4 oder T 5 leitend. Mit diesen Transistoren sind über Kreuz Teilwiderstände für die Transistoren T 6 und T 7 in Reihe geschaltet.
Ist z. B. Transistor T 4 leitend, dann gilt das auch für T 7. Zwischen den Kollektoren von T 4 und T 5 steht jetzt eine Spannungsdifferenz, die zum Betrieb des Antriebsmotors verwendet wird.
Der Motor läuft an und dreht so lange, bis Ist- und Sollwert der Steuerspannungen wieder übereinstimmen. Der Motorstrom durchfließt den Widerstand R 14, wobei durch Rückkopplung eine Triggerwirkung erzielt wird. Das bedeutet, daß die Endtransistoren in der Brücke nicht stetig durchgesteuert, sondern geschaltet werden, die Verlustleistung in den Transistoren somit klein bleibt.

Stückliste zu Schaltung 8

Widerstände, Potentiometer

R 1	180 Ω
R 2	2,2 kΩ
R 3	100 Ω
R 4	100 Ω
R 5	180 Ω
R 6	10 Ω
R 7	100 Ω
R 8	470 Ω
R 9	470 Ω
R 10	100 Ω
R 11	10 Ω
R 12	560 Ω
R 13	470 Ω
R 14	22 Ω
R 15	470 Ω
P 1	Potentiometer 1 kΩ
P 2	Potentiometer 1 kΩ
P 3	Trimmpotentiometer 500 Ω

Transistoren

T 1, T 2, T 3	OC 304-2
T 4, T 5	BSY 51
T 6, T 7	BSX 40

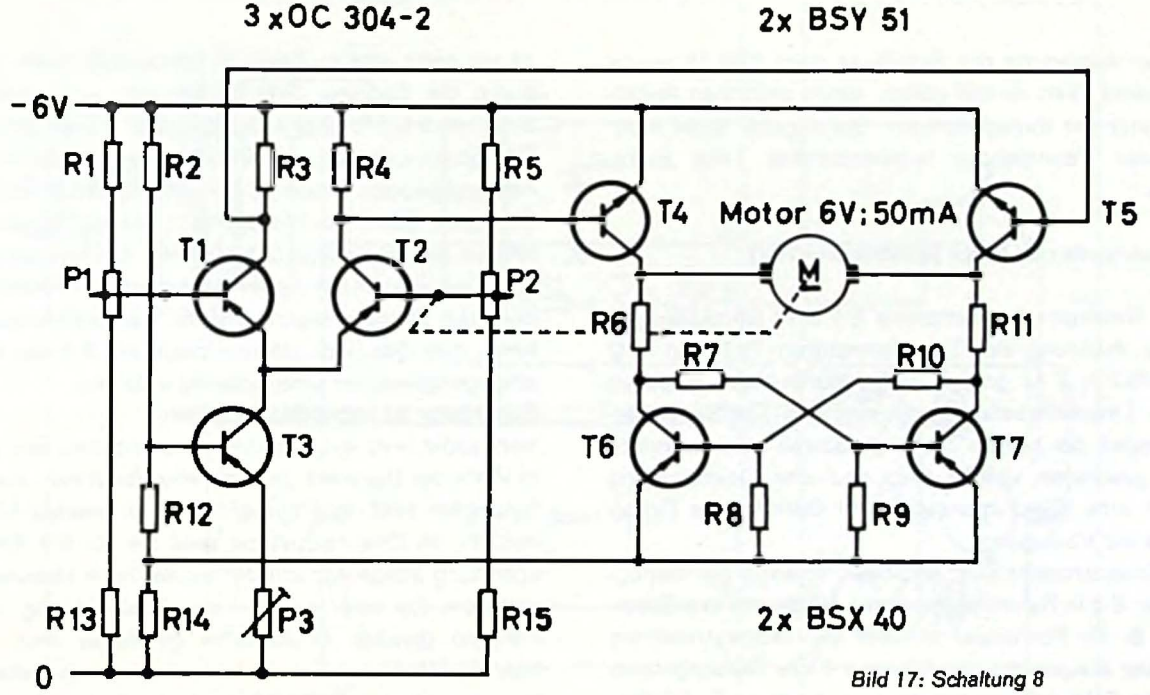


Bild 17: Schaltung 8

Schaltung 9

Bei der Auslegung der Schaltung nach Bild 18 wurde besonders Wert darauf gelegt, einen einfachen Antennen-Rotor mit dazugehörigem Steuergerät unter weitgehender Verwendung handelsüblicher Teile aufzubauen.

1. Steuergerät und Rotor (elektrischer Teil)

Durch Betätigen des Schalters S 1 wird Netzspannung an die Wicklung der Transformatoren Tr 1 und Tr 2 (220 V/6,3 V; 2 A) gelegt, wobei durch das Lämpchen L 1 der Einschaltzustand angezeigt wird. Die Sekundärwicklungen der beiden Transformatoren sind hintereinander geschaltet, und so steht nach der Gleichrichtung in Gl 1 eine Gleichspannung zum Betrieb des Rotormotors zur Verfügung.
Der Motorstromkreis ist stromlos, solange der Kellogschalter S 2 in Ruhestellung steht. Betätigen des Schalters z. B. für Rechtslauf schließt den Motorstromkreis und zwar ausgehend von Klemme 4 des Steuergerätes über die Feldwicklung des Motors, Klemme 7, Arbeitskontakt S 2, Klemme 6, Schalter S 4, Dr. 2, Anker des Rotormotors, Dr. 1, Schalter S 3, Klemme 5, Arbeitskontakt S 2 und zurück zum Gleichrichter Gl 1. Der Motor dreht jetzt so lange im Rechtslauf, bis — bedingt durch die Endlage (360° Drehung) — mittels einer Schaltnocke z. B. der Mikroschalter S 4 geöffnet wird. Der Stromkreis ist jetzt unterbrochen, da die in Sperrrichtung gepolte Diode Gl 4 einen Stromfluß verhindert. Ein neuer Start des Motors für Linkslauf ist durch Betätigen des Schalters S 2 für linke Drehrichtung möglich. Dabei wird die Ankerwicklung des Motors umgepolt, die Dioden liegen jetzt in Durchlaßrichtung. So kann, trotz des noch offenen Schalters S 4, der Start in entgegengesetzter Drehrichtung erfolgen.
Zum Motor ist folgendes zu sagen:
Verwendet wird ein Scheibenwischermotor, wie er etwa in VW's der Baujahre um 1954 eingebaut war. Auf Autofriedhöfen sind derartige Motoren für wenige Mark erhältlich. Im Originalzustand sind sie für 6 V Betriebsspannung ausgelegt und der Bauart nach Nebenschlußmotoren. Da aber Anker- und Feldwicklung mit annähernd gleicher Drahtstärke gewickelt sind, lassen sich die Wicklungen auch hintereinander schalten, und man kommt so zu einem Reihenschlußmotor für 12 V.
Der Reihenschlußmotor als Antriebselement für große Anlaufdrehmomente ist für den Betrieb eines Rotors gut geeignet. Die Betriebsspannung von 12 V erlaubt

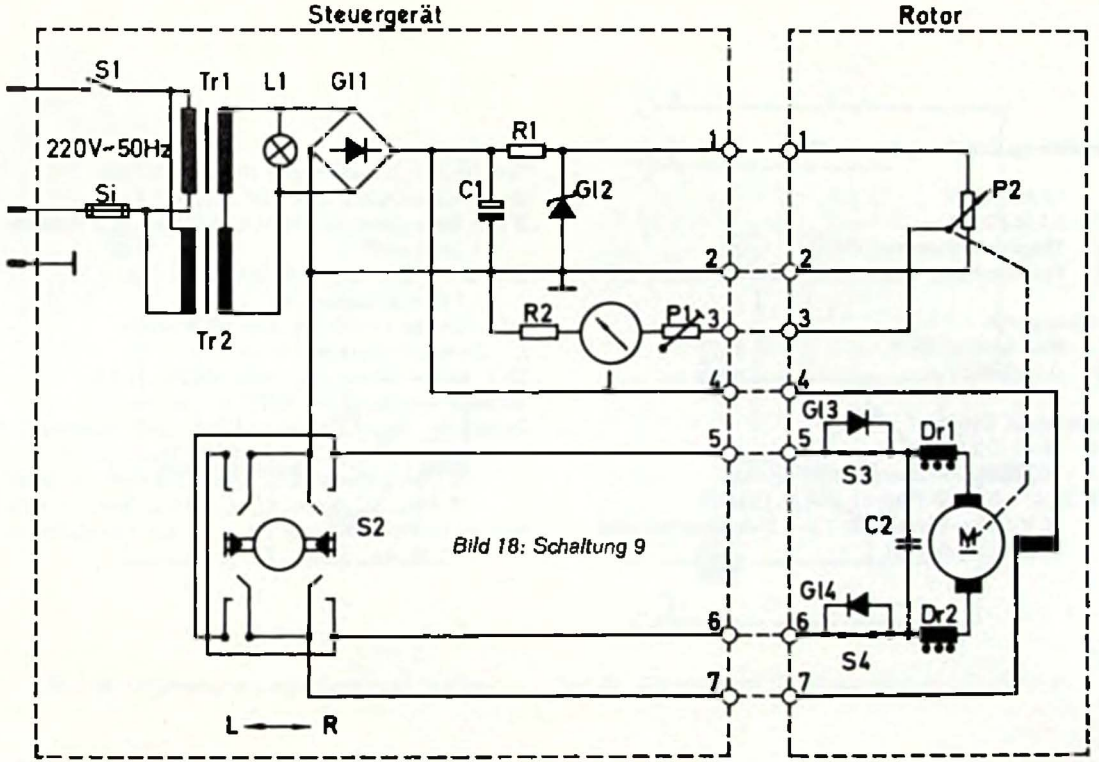


Bild 18: Schaltung 9

Stückliste zu Schaltung 9

R 1 1,5 kΩ/0,5 W
R 2 2,2 kΩ/0,5 W
P 1 Trimmpotentiometer 10 kΩ
P 2 Potentiometer, Draht 3 kΩ, Fabrikat Rosenthal P4

Kondensatoren
C 1 Elko 1000 µF/35 V
C 2 0,1 µF/400 V=

Gleichrichter, Dioden
Gl 1 B 40 C 2200 (ITT)
Gl 2 ZG 5,6, Z 6 (Intermetall/ITT) o. ä.
Gl 3, Gl 4 BY 127 (Valvo), OA 31 (Valvo),
20 V-Selen-Platten mit 1,0 A Belastbarkeit sind ebenfalls geeignet

Sonstiges
Tr 1, Tr 2 Transformator 220 V/6,3 V; 2 A
S 1 Kippschalter, EIN/AUS, 250 V/2 A
S 2 Kellogschalter mit AUS-Stellung, je 2 Arbeitskontakte
S 3, S 4 Mikroschalter, 250 V/4 A, 1xU, Fabrikat Marquardt
L 1 Lampe 12 V/0,1 A, E 10 mit Fassung
J Drehspulinstrument, 1 mA
Dr 1, Dr 2 Drosseln, Valvo, VK 200 21/4 B
Scheibenwischermotor, SWF, 6 V, s. Text
Zahnräder, Fabrikat Webra (Fein- und Modelltechnik, Inh. M. Eberth, 1 Berlin 36, Oranienstr. 6)
2 Stck. Zähnezahl 60, Modul 0,8, Best.-Nr. 1495/14
2 Stck. Zähnezahl 10, Modul 0,8, Best.-Nr. 1495/1
Seilrad für Potentiometer P 2 (z. B. aus Rundfunkgerät), ⌀ 35 mm

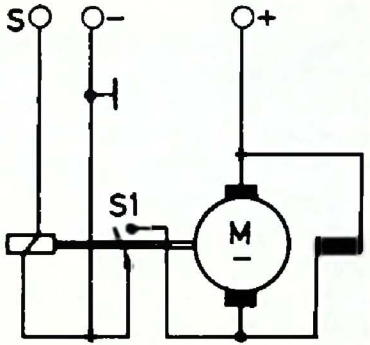


Bild 19: Originalschaltung (Nebenschlußmotor)

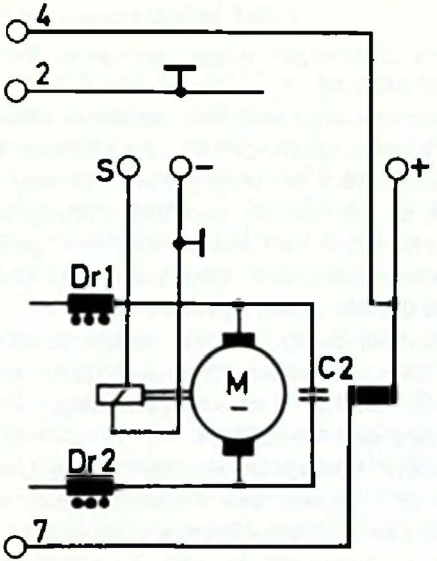


Bild 20: Abgeänderte Schaltung (Reihenschlußmotor)

zudem längere Zuleitungen wegen geringerer Stromaufnahme (ca. 900 mA).
Der Originalmotor enthält eine sehr wirksame elektromagnetische Bremse, die für den Rotorbetrieb zweifelsohne von Nutzen wäre. Im vorliegenden Fall wird sie nicht benutzt, da sie nur für eine Drehrichtung konstruiert ist. Man baut also zweckmäßig den ganzen Bremsmechanismus aus, bzw. sorgt auf andere Weise dafür, daß die Bremse immer „gelüftet" ist.
Ergänzend dazu sei gesagt, daß der Bremsmagnet bei Betrieb mit gleichgerichteter Spannung (über einen Vorwiderstand) „Flatter"erscheinungen zeigt, somit diese Betriebsart auch ausscheidet.
Die mechanische Konzeption mit der hohen Untersetzung von 36:1 kommt dem Problem jedoch entgegen, so daß man auch ohne Bremse auskommt.
Bild 20 zeigt die Schaltung des umgebauten Motors: Man erkennt, daß Anker- und Feldwicklung jetzt getrennt sind. An den Befestigungsschrauben des Statorpaketes werden über Distanzstücke Lötösenbrettchen mit je zwei Stützpunkten angebracht, an die Anker- und Feldwicklung gelegt werden. Auf diese Weise lassen sich auch die Entstörelemente (Dr 1, Dr 2, C 2) direkt im Motor unterbringen. Die Abgänge zur Klemmleiste des Rotorteiles werden im Motor angelötet, die Verbindung von Anker- und Feldwicklung zum Schalter S 1 (vgl. Bild 19) wird entfernt.
Die Gleichspannung an Gl 1 wird auch zum Betrieb der Antennenstandsanzeige benutzt, indem über Widerstand R 1 mit Zenerdiode Gl 2 die Betriebsspannung für die Anzeigeschaltung stabilisiert wird. Parallel zu Gl 2 liegt über die Klemmen 1 und 2 das Drahtpotentiometer P 2, das mit passender Übersetzung (360° auf 270° Drehwinkel) an die Antennenantriebsachse gekoppelt ist. Potentiometer P 2 ist als Spannungsteiler geschaltet, mit P 1 wird bei Rechtsanschlag der Antenne Vollausschlag am Richtungsanzeiger J eingestellt. Skaleneichung des Richtungsanzeigers: S-W-N-O-S.
Es ist darauf zu achten, daß für den Gleichrichter Gl 1 eine Si-Type mit niedrigem Innenwiderstand gewählt wird. So werden die Unterschiede der Betriebsspannung für den Motor bei Leerlauf und Vollast geringer, die Zenerspannung wird sich kaum merklich ändern.

Position 2 der Anschlußklemmleiste wird elektrisch mit dem Rotorchassis verbunden.

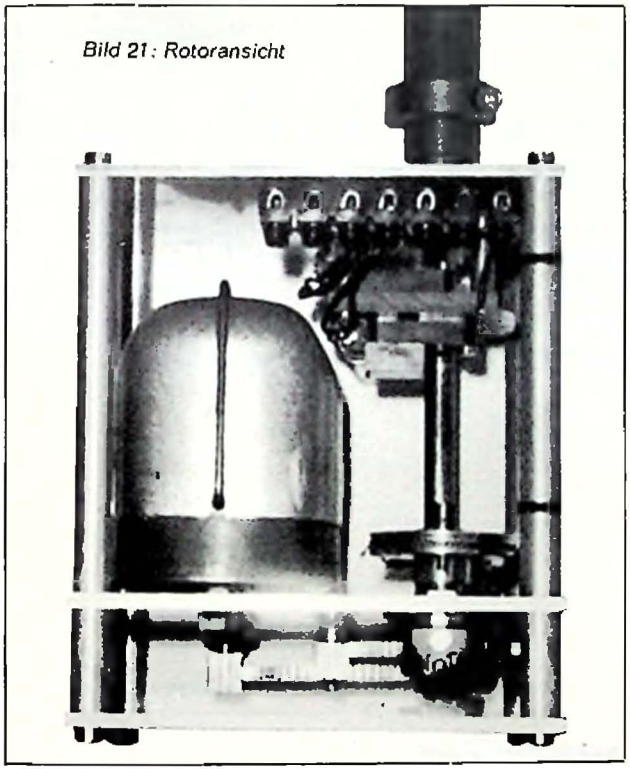


Bild 21: Rotoransicht

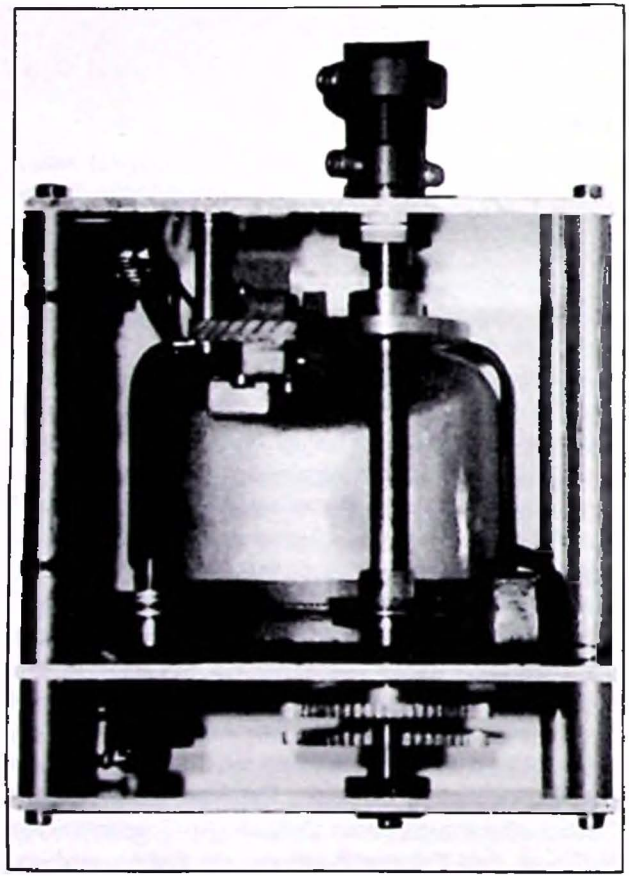
2. Rotor (mechanischer Teil)

Aus den Bildern 21 und 22 ist der mechanische Aufbau des Rotorteiles ersichtlich.

Die Konstruktion besteht aus drei Alu-Grundplatten mit den Abmessungen 120 x 135 x 3 mm, die mit Distanzstücken von 10 mm ϕ verschraubt werden. Die Gesamthöhe des Rotors beträgt 135 mm.

Am Motor ist folgender mechanischer Umbau notwendig: Im Originalzustand endet die Antriebsachse in einem einseitigen Hebel zum Antrieb der Scheibenwischermechanik. Diese Achse wird ausgebaut und dafür eine neue gedreht, die an einem Ende auf 4 mm ϕ abgesetzt wird. Auf dieses Achsende wird das Antriebsritzel aufgeschoben und verstiftet. Der Motor dreht mit etwa 37 U/min, so daß eine Untersetzung von etwa 36:1 notwendig ist. Verwendet werden dazu handelsübliche Zahnräder.

Die Antriebsachse von 8 mm ϕ trägt an ihrem unteren Ende einen Flansch, an den das Antriebszahnrad geschraubt wird. Weiter enthält sie ein Seilrad von 26 mm Durchmesser zum Antrieb des Potentiometers und eine Alu-Scheibe von ca. 40 mm ϕ, in die ein Schaltstück aus PVC (vgl. Bild 23) zum Betätigen der Endlagen-Mikro-



schalter eingeklemmt ist. Das Schalten der Mikroschalter über Nockenscheiben ist ebenfalls denkbar. Natürlich können statt der Mikroschalter auch Kontaktfedersätze verwendet werden. Die Antriebsachse ist am oberen und unteren Ende in Ms-Buchsen gelagert und oben mit einem Stellring gegen axiales Verschieben gesichert. Auf das Achsende ist ein PVC-Stück von 20 mm ⌀ und 300 mm Länge gesteckt und festgeklemmt, auf das handelsübliches Metallrohr als Antennenstandrohr aufgeschoben werden kann. Die Sicherung dieses Rohres kann z. B. durch Verschrauben mit dem PVC-Stück o. ä. erfolgen.

Sicher gibt es mechanisch aufwendigere Konstruktionen; dieser Rotor ist in erster Linie für Empfangsversuche mit Unterdach-Antennen gedacht.

Bild 22: Rotoransicht

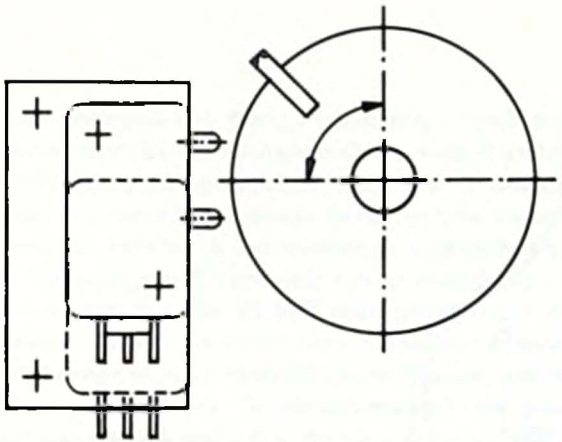


Bild 23: Prinzip der Endabschaltung

Anhang

Mechanik der Antennen-Rotoren

Die Abbildungen 24, 25 und 26 zeigen in vereinfachter Darstellung grundsätzliche Konstruktionen von Antennen-Rotoren.

Beim Rotor nach Bild 24 greift das Antriebsritzel des Motors B über ein Zwischenrad in das innenverzahnte Zahnrad C ein. Das kugelgelagerte glockenförmige Oberteil wird auf diese Weise angetrieben und der damit verbundene Antennenmast A gedreht. Im unteren Teil des Rotors ist das Standrohr D eingespannt.

Die Konstruktion nach Bild 25 läßt sich mit geringem Aufwand realisieren, man findet sie deshalb vornehmlich bei preisgünstigen Rotoren. Der Antriebsmotor B treibt die Schneckenwelle C an, die wiederum in Schneckenrad D eingreift und einen Antrieb des Maststutzens A ermöglicht. Das Standrohr E ist seitlich am Rotorgehäuse angebracht. Als Vorteil dieser Anordnung ist zu werten, daß durch die selbsthemmende Schneckenkonstruktion auf zusätzliche Bremsen verzichtet werden kann.

Die Konstruktionen nach Bild 25 und 26 sind bis auf den Antrieb des Antennenstutzens A einander gleich. In der Ausführung nach Bild 26 treibt Motor B über eine Untersetzung die Achse des Antennenstutzens an. Das Standrohr C ist wiederum seitlich am Rotorgehäuse befestigt.

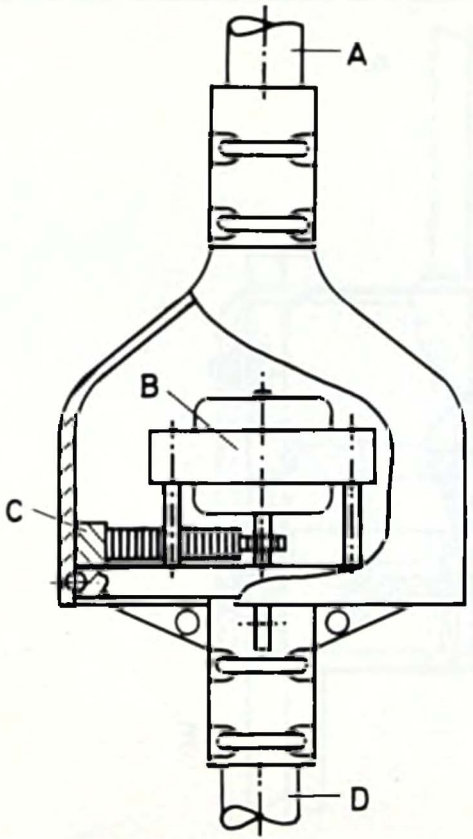


Bild 24

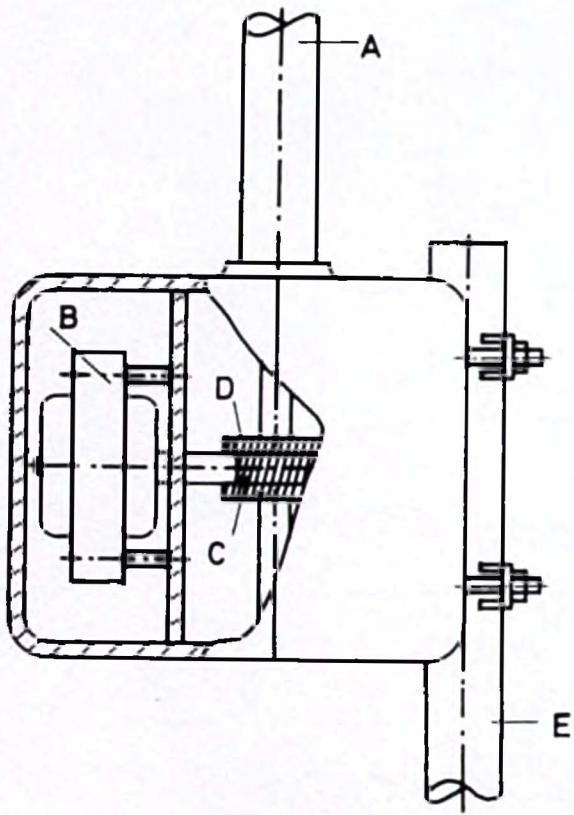


Bild 25

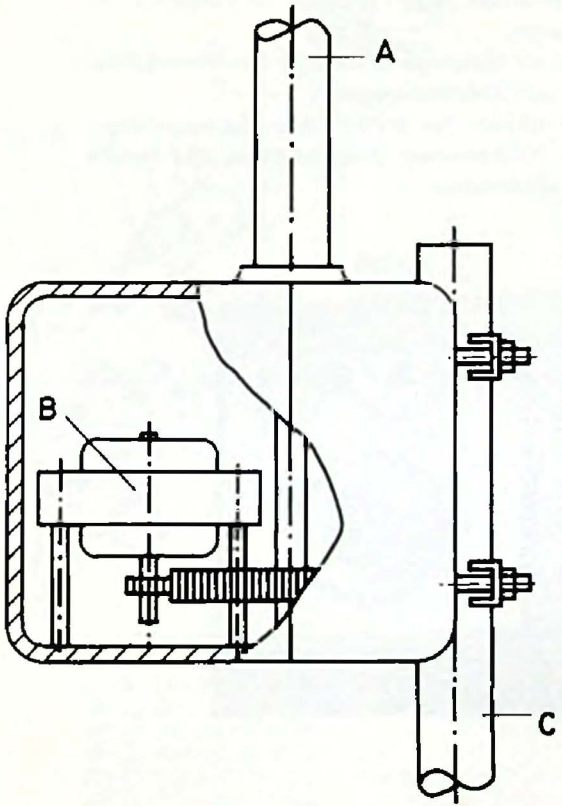


Bild 26

Die folgenden Bilder zeigen Einzelheiten industriell gefertigter Rotoren.
Bild 27 zeigt ein Steuergerät, Bild 28 den Innenaufbau des zugehörigen Antriebssystemes.
Aus Bild 29 können Sie anhand einer Explosionsdarstellung den mechanischen Zusammenbau des Rotors nach Bild 28 entnehmen.

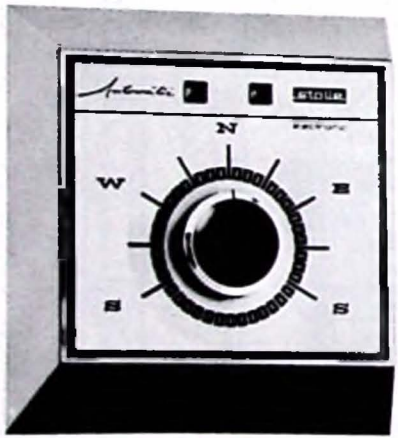


Bild 27: Steuersystem eines Antennenrotors
Werkbild STOLLE

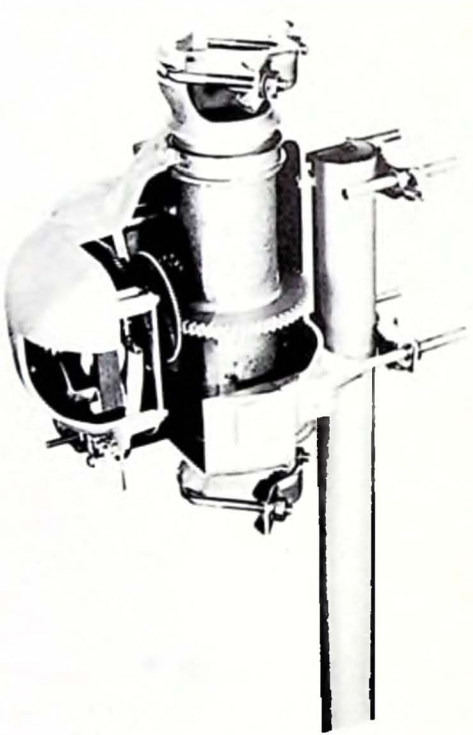
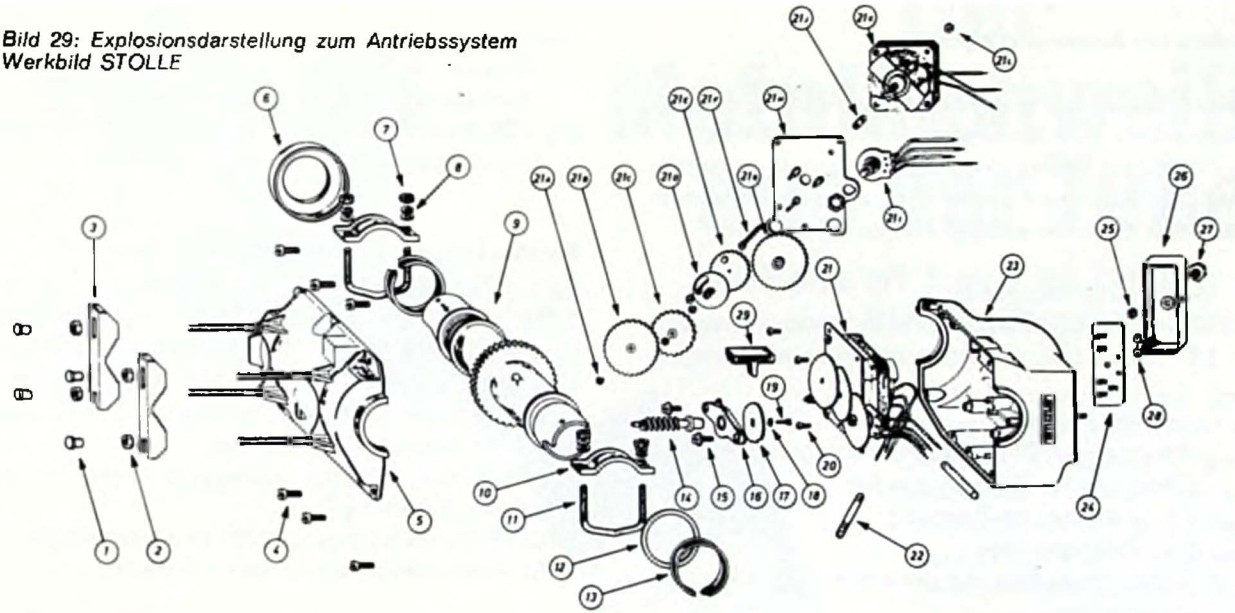


Bild 28: Antriebssystem eines Antennenrotors
Werkbild STOLLE

Bild 29: Explosionsdarstellung zum Antriebssystem
Werkbild STOLLE



Die wichtigsten mechanischen Teile zu Bild 29

(5) *Gehäuse-Oberteil*
(6) *Topfmanschette*
(9) *Hohlwelle*
(12) *Drucklager*
(13) *Lagerring*
(14) *Schneckenwelle*
(16) *Schneckenlagerbrücke mit eingespr. Lager*
(17) *Schneckentriebsrad*
(21) *Getriebe*
(23) *Gehäuse-Unterteil*
(24) *Klemmbrett*
(26) *Abdeckkappe*

Einzelheiten Getriebe:

(21 A) *Seegerring*
(21 B) *Stirnrad mit Ritzel*
(21 C) *Stirnrad mit Ritzel*
(21 D) *Anlaufscheibe mit Ritzel*
(21 E) *Stirnrad mit Kupplungsbolzen*
(21 F) *Zylinderschraube*
(21 G) *Steuerrad mit Madenschraube*
(21 H) *Getriebeplatte*
(21 I) *Potentiometer*
(21 J) *Distanzrolle*
(21 K) *E-Motor mit Motorritzel*
(21 L) *Sechskantmutter*

Aufbau von Antennenanlagen

Genaue Richtlinien für den Aufbau von Antennenanlagen enthalten die VDE-Bestimmungen 0855 Teil 1/9. 59. Es dürfte beim Planen einer Antennenanlage von Nutzen sein, sich mit diesen Vorschriften zu befassen, die im Teil 1 u. a. folgende wichtige Punkte behandeln:

A. Mechanische Festigkeit
   § 5 Festigkeit von Antennen und Antennenträgern
   § 6 Befestigung von Antennen und Antennenträgern

B. Elektrische Sicherheit
   1. Schutz gegen Blitzschäden und gegen luftelektrische Überspannungen
      § 7 Antenne und Zuleitung
      § 8 Erdungsanlage
   2. Schutz gegen Spannungsübertritt aus elektrischen Installationen
      § 9 Abstände zwischen fest verlegten Anlagen
      § 10 Zusätzliche Schutzmaßnahmen bei Antennenanlagen mit geschirmten HF-Leitungen

Literaturverzeichnis

[1] Schwarz, F.: Antennenrotor mit geringem Aufwand, Funkschau (1962), H. 17, S. 459—460
[2] VDE-Kommission 0855, Bestimmungen für Antennenanlagen, Teil 1, VDE-Verlag GmbH

Service-Unterlagen, Firmendruckschriften

CDE, CORNELL DUBILIER ELECTRONICS, 50 PARIS STREET, NEWARK 1, NEW JERSEY, USA. Handbücher zu den Modellen AR 10, AR 33, TR 10, TR 44, HAM-M
fuba-ANTENNENROTOR ART 100, Bauanleitung und Unterlagen der CHANNEL MASTER ROTATOR DIVISION, St. Thomas, Ontario, USA.
INTERMETALL, Schaltungsbeispiele, 1963, Nachlaufsteuerung, Schaltung 61
STOLLE-Automatic-Rotor 2010, Werksunterlagen
WISI Amateurantennen für das 2-m-Band

Veröffentlichungen in Fachzeitschriften

Langeberg, K.: Eine Rotorantenne für den Fernsehempfang, Funkschau (1960), H. 13, S. 341—343
Seiler, S.: Antennenrotor mit automatischer Abschaltung, FUNK-TECHNIK (1961), H. 16, S. 570—571
Brebeck, D., Dipl.-Ing.: Ferngesteuerte UKW-Dachantenne ohne Steuerleitungen, Funkschau (1962), H. 23, S. 615—617

Der Metallschweißer aus der Tube

(UHU-plus oft besser als Löten, Nieten, Schrauben, Schweißen!)

UHU-plus klebt nicht nur Stahl auf Stahl oder Aluminium auf Eisen. Es „verschweißt" praktisch alles unlösbar mit- und untereinander. Von Buntmetallen bis zu gehärteten Kunststoffen. Von Bakelit bis zu Porzellan. Die Festigkeit der Klebung beträgt max. 300 kg pro cm². Ein Plus um die verschiedensten Werkstoffe bombenfest zu verbinden.

UHU plus®

UHU-Werk H. u. M. Fischer,
758 Bühl (Baden)

TOPP

An den meisten Orten ist heute der Empfang mehrerer Fernseh-Sender möglich. Um die Beeinflussung des Empfangs durch andere Stationen auf ein Minimum zu reduzieren und gegebenenfalls den Empfang zu verbessern, wählt man Mehrelementeantennen, die auf den Hauptsender optimal ausgerichtet werden. Will man noch andere Stationen reflexfrei empfangen, dann bietet sich die Verwendung eines Antennen-Rotors an. Mit dieser Einrichtung können Antennen vom Standort des Empfängers aus auf jeden Sender ausgerichtet werden. Dies bringt einen Vorteil bei UKW-Stereoempfang, KW-Funkverkehr, Reflexionen beim FS-Empfang, beim Ausblenden von Störnebeln usw.